

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-280663
 (43)Date of publication of application : 27.09.2002

(51)Int.CI. H01S 5/028

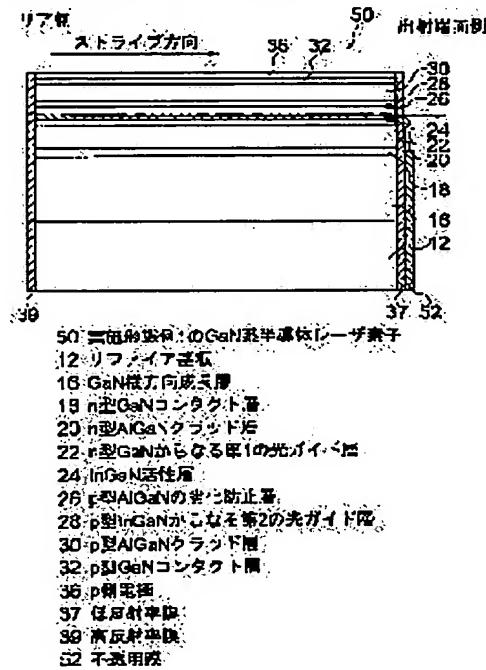
(21)Application number : 2001-073464 (71)Applicant : SONY CORP
 (22)Date of filing : 15.03.2001 (72)Inventor : YAMAGUCHI KYOJI

(54) SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT AND OPTICAL INTEGRATED DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser element emitting the light of a single peaked waveguide mode.

SOLUTION: A GaN semiconductor laser element 50 has the same constitution as a conventional GaN semiconductor laser element 10, except that the end faces of a sapphire substrate 12, a GaN lateral direction growing layer 14 and an n-type GaN contact layer 16 on an emitting end face side are not covered with an opaque film 52 formed of a material opaque to the oscillation wavelength of the GaN semiconductor laser element 50. The sapphire substrate 12, the GaN lateral direction growing layer 14 and the n-type GaN contact layer 16 have refractive indexes larger than the effective refractive index of light at the waveguide mode, and are transparent to the light of the oscillation wavelength. Consequently, the end face of the emitting end face side is covered by the opaque film 52 for shielding the light of a substrate radiation mode. An optical waveguide upper than an n-type AlGaN clad layer 20 is not covered with the opaque film 52.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-280663

(P2002-280663A)

(43)公開日 平成14年9月27日 (2002.9.27)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 1 S 5/028

識別記号

F I

H 0 1 S 5/028

テマコード(参考)

5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全9頁)

(21)出願番号

特願2001-73464(P2001-73464)

(22)出願日

平成13年3月15日 (2001.3.15)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 山口 勝司

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー
一株式会社内

(74)代理人 100095821

弁理士 大澤 弘 (外1名)

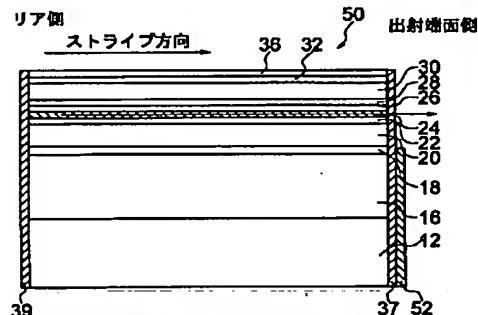
Fターム(参考) 5F073 AA13 AA45 AA51 AA83 AB13
CA07 CB05 EA18

(54)【発明の名称】 半導体レーザ素子及び光集積デバイス

(57)【要約】

【課題】 単峰性の導波モードの光を出射する半導体レーザ素子を提供する。

【解決手段】 本GaN系半導体レーザ素子50は、出射端面側のサファイア基板12、GaN横方向成長層14、及びn型GaNコンタクト層16の端面が、GaN系半導体レーザ素子50の発振波長に対して透明でない材料からなる不透明膜52で覆われていることを除いて、従来のGaN系半導体レーザ素子10と同じ構成を備えている。サファイア基板12、GaN横方向成長層14、及びn型GaNコンタクト層16は、導波モードの光の実効屈折率より大きな屈折率で、かつ発振波長の光に対して透明な材料であるから、基板放射モードの光を遮蔽するために、出射端面側の端面が不透明膜52で覆われている。一方、n型AlGaNクラッド層20から上の光導波路は、不透明膜52で覆われていない。



50 実施形態例1のGaN系半導体レーザ素子

12 サファイア基板

14 GaN横方向成長層

16 n型GaNコンタクト層

20 n型AlGaNクラッド層

22 n型GaNからなる第1の光ガイド層

24 InGaN活性層

26 p型AlGaNの劣化防止層

28 p型InGaNからなる第2の光ガイド層

30 p型AlGaNクラッド層

32 p型GaNコンタクト層

36 p側電極

37 低反射率膜

39 高反射率膜

52 不透明膜

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光導波路構造と、光導波路構造の下に設けられた化合物半導体層の積層構造とを基板上に有する半導体レーザ素子において、

出射端面側の積層構造の端面が、半導体レーザ素子の発振波長の光を透過しない不透明膜で覆われていることを特徴とする半導体レーザ素子。

【請求項2】 更に、出射端面側の基板端面が、前記不透明膜で覆われていることを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザ素子。

【請求項3】 化合物半導体層を介在させることなく光導波路構造を基板上に有する半導体レーザ素子において、

出射端面側の基板端面が、半導体レーザ素子の発振波長の光を透過しない不透明膜で覆われていることを特徴とする半導体レーザ素子。

【請求項4】 前記不透明膜は、半導体レーザ素子が発光する光を吸収する光吸收性誘電体膜、又は光吸收性半導体膜で形成されていることを特徴とする請求項1から3のうちのいずれか1項に記載の半導体レーザ素子。

【請求項5】 前記不透明膜は、半導体レーザ素子が発光する光を反射する光反射膜で形成されていることを特徴とする請求項1から3のうちのいずれか1項に記載の半導体レーザ素子。

【請求項6】 化合物半導体層を介在させることなく光導波路構造を基板上に有する半導体レーザ素子と、光を遮断する光遮蔽膜を少なくとも外形の一部に有する光学部品とを備え、出射端面側の基板端面が、 μ mオーダの間隙で光学部品の光遮蔽膜に対面していることを特徴とする光集積デバイス。

【請求項7】 光導波路構造と、光導波路構造の下に設けられた化合物半導体層の積層構造とを基板上に有する半導体レーザ素子と、光を遮断する光遮蔽膜を少なくとも外形の一部に有する光学部品とを備え、出射端面側の積層構造の端面が、又は積層構造の端面及び基板端面が、 μ mオーダの間隙で光学部品の光遮蔽膜に対面していることを特徴とする光集積デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体レーザ素子に関し、更に詳細には、単峰性の遠視野像を示す半導体レーザ素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 サファイア基板又はGaN基板上にGaN系化合物半導体層の積層構造を備えるGaN系半導体レーザ素子は、紫外線領域から緑色に至る短波長域の光を発光する発光素子として注目されている。

【0003】 ここで、図4を参照して、従来の半導体レーザ素子の構成を説明する。図4は従来のGaN系半導

体レーザ素子の構成を示す断面図である。従来のGaN系半導体レーザ素子10は、図4に示すように、c面のサファイア基板12上に設けられた凸状のGaN種結晶部14上に、GaN横方向成長層16を介して、n型GaNコンタクト層18、n型AlGaNクラッド層20、n型GaNからなる第1の光ガイド層22、InGaN活性層24、活性層24の劣化を防止するp型Al1GaNの劣化防止層26、p型InGaNからなる第2の光ガイド層28、p型Al1GaNクラッド層30、及びp型GaNコンタクト層32を、順次、積層した積層構造を備えている。尚、第1の光ガイド層22、及び第2の光ガイド層28、並びに劣化防止層26は、設けないこともある。

【0004】 p型クラッド層30の上層部及びp型コンタクト層32は、一方向にリッジストライプ状に延びるリッジストライプ部として形成されている。また、n型コンタクト層18の上層部、n型クラッド層20、第1の光ガイド層22、活性層24、劣化防止層26、第2の光ガイド層28、及びp型クラッド層30の下層部20は、リッジストライプ部と同じ方向に延在するメサ部として形成されている。

【0005】 リッジストライプ部、メサ部、及びメサ部の両側のn型コンタクト層18は、リッジストライプ部の上面及びn型コンタクト層18の一部領域にそれぞれ設けた開口部34a及び34bを除いて、SiO₂膜からなる保護膜34で被覆されている。p型コンタクト層32上には、開口部34aを介してNi/Au電極のような多層金属膜のp側電極36がオーミック接合電極として設けられ、また、n型コンタクト層18上には、開口部34bを介してTi/A1電極のような多層金属膜のn側電極38がオーミック接合電極として設けられている。

【0006】 また、従来の別のGaN系半導体レーザ素子40は、図5に示すように、サファイア基板に代えて、n型GaN基板42上に、直接、n型クラッド層20から第2の光ガイド層28まで、及びp型クラッド層30の下層部の積層構造と、p型クラッド層30の上層部とp型コンタクト層32のリッジストライプ部とを有する。また、n側電極44は、GaN基板の導電性を利用して、n型GaN基板42の裏面に設けてある。

【0007】 上述のように構成された従来のGaN系半導体レーザ素子10及び40では、p型クラッド層30の上層部及びp型コンタクト層32をリッジストライプ部として形成し、注入電流の電流通路の大きさを制限することにより、動作電流の低減化を図ると共に、リッジストライプ部の横方向の実効屈折率差によって横モードを制御している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述した従来の半導体レーザ素子10及び40から光出力30.0

1mWで放射されたレーザ光の遠視野像（活性層に垂直方向）は、図6（a）に示すように、縦方向成分を示す曲線（1）で、基板放射モードに対応するピークA（図6（b）参照）が導波モードに対応する単峰の遠視野像（図6（c）参照）に重なって観察される。尚、曲線（2）は遠視野像の横方向成分である。

【0009】しかし、このような遠視野像を示す半導体レーザ素子を光メモリーシステムの光ピックアップの光源にした場合、レンズで回折限界までレーザ光を集光することが必要であるものの、導波モードが回折限界まで集光するように設計されたレンズでは、基板放射モードの光を集光することが出来ない。つまり、基板放射モードの光は、光メモリへの書き込み、読み出し等に利用されることのない無駄な不要な光であるばかりでなく、逆に光メモリーシステムの書き込み、読み出し等に誤差を生じさせるというような悪影響を与える迷光となる。

【0010】従って、このように基板放射モードの光を除去し、導波モードの光のみからなる単峰遠視野像を示すGaN系半導体レーザ素子が求められている。以上の説明では、GaN系半導体レーザ素子を例にして問題を説明したが、この問題はGaN系に限らず半導体レーザ素子全般に該当するものである。

【0011】そこで、本発明の目的は、単峰性の導波モードの光を出射する半導体レーザ素子を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】ここで、図7を参照して、典型的な半導体レーザ素子の導波モード光強度分布を説明する。図7は図4の線I-Iの断面及び図5の線II-IIの断面での半導体レーザ素子の導波モードの光の強度分布を示す模式図である。光強度の最大ピークは、図7に示すように、活性層24に位置し、p型クラッド層30及びn型クラッド層20内で減衰する。導波モードの光の分布は、n型クラッド層20から更に基板側にも存在するものの、導波モードの光のエネルギーの大部分は、p型クラッド層30からn型クラッド層20までの範囲にあって、その物理的厚さは、高々2μm~3μmである。

【0013】ところで、基板放射モードの光の発生条件は、n型クラッド層20より更に基板側に隣接する材料層Bが半導体レーザ素子の発光波長に対し透明であること、かつ、導波モードの光の実効屈折率が材料層Bの屈折率より小さいことである。ここで、基板に隣接する材料層Bとは、図4に示すGaN系半導体レーザ素子10では、GaN横方向成長層16及びn型コンタクト層18、更にはサファイア基板12であり、図5に示すGaN系半導体レーザ素子40ではGaN基板42である。上述した従来の半導体レーザ素子10及び40の層構成では、このような基板放射モードの発生条件が満足されるために、基板放射モードの光が発生する。

【0014】基板放射モードの光は、図8に示すように、導波モードの光との結合により発生する。基板放射モードの光は、材料層B内の伝播方向が導波モードの光の伝播方向（基板に対して平行）に対して角度θ1であって、半導体レーザ素子の発光面（出射端面）Cから斜め下方に角度θ2で放射されるとすると、θ1とn_{sub}とn_{refr}との間には、

$$\cos(\theta_1) = n_{refr} / n_{sub}$$

で表される関係が成立している。ここで、導波モードの光の実効屈折率をn_{refr}、及び材料層Bの屈折率をn_{sub}。としている。

【0015】また、θ2とn_{sub}とn_{refr}との間には、次の式の関係が成立する。

$$\sin(\theta_2) \times \sin(\theta_2) = n_{sub} \times n_{sub} - n_{refr} \times n_{refr}$$

角度θ2で外部に放射した光が、図6（a）のサイドピークAになる。基板放射モードの光は、材料層Bを通して発光面Cから放射され、基板放射モードの光のバスの領域の厚さは、材料層Bの厚みに応じて広くなるので、

20 通常、数μmから数百μmの範囲にある。

【0016】以上のように、単峰性の遠視野像を示す半導体レーザ素子の導波モードの光の大部分は、p型クラッド層からn型クラッド層までの範囲の発光面Cから出射する。一方、遠視野像中にサイドピークA（図6（a）参照）を形作る基板放射モードは、n型クラッド層より更に基板側に隣接する材料層Bを通して発光面Cから出射する。従って、単峰性の遠視野像を示す半導体レーザ素子を得るためには、図9に示すように、発光面Cで材料層Bから出射する基板放射モードの光を光遮蔽膜で遮蔽することが有効である。

30 【0017】上記目的を達成するために、上述の知見に基づいて、本発明に係る半導体レーザ素子（以下、第1の発明と言う）は、光導波路構造と、光導波路構造の下に設けられた化合物半導体層の積層構造とを基板上に有する半導体レーザ素子において、出射端面側の積層構造の端面が、半導体レーザ素子の発振波長の光を透過しない不透明膜で覆われていることを特徴としている。

【0018】好適には、更に、出射端面側の基板端面が、半導体レーザ素子の発振波長の光を透過しない不透明膜で覆われている。

40 【0019】また、基板上に直接光導波路構造が形成されているものについては、本発明に係る別の半導体レーザ素子（以下、第2の発明と言う）は、化合物半導体層を介在させることなく光導波路構造を基板上に有する半導体レーザ素子において、出射端面側の基板端面が、半導体レーザ素子の発振波長の光を透過しない不透明膜で覆われていることを特徴としている。

【0020】第1及び第2の発明の不透明膜は、半導体レーザ素子の発振波長の光を透過しない限り、制約はなく、例えば不透明膜は、半導体レーザ素子が発光する光

を吸収する光吸収性誘電体膜、又は光吸収性半導体膜で形成されている。例えば光吸収性半導体膜には、バンドギャップ波長が半導体レーザ素子の発振波長より小さな半導体膜を使用する。また、不透明膜が、半導体レーザ素子が発光する光を反射する金属膜等の光反射膜で形成されていても良い。更には、不透明膜が、半導体レーザ素子が発光する光を反射するように設計された誘電体多層膜で形成されていてもよい。

【0021】更には、出射端面側の積層構造の端面及び基板端面が、不透明膜に代えて、光を遮断する材料で形成された光学部品で覆われていても良い。つまり、光導波路構造が基板上に直接設けられているものについては、本発明に係る光集積デバイス（以下、第3の発明と言う）は、化合物半導体層を介在させることなく光導波路構造を基板上有する半導体レーザ素子と、光を遮断する材料からなる光遮蔽膜を少なくとも外形の一部に有する光学部品とを備え、出射端面側の基板端面が、 μm オーダの間隙で光学部品の光遮蔽膜に対面していることを特徴としている。

【0022】更には、光導波路構造が化合物半導体層の積層構造を介して基板上有するものについては、本発明に係る別の光集積デバイス（以下、第4の発明と言う）は、光導波路構造と、光導波路構造の下に設けられた化合物半導体層の積層構造とを基板上有する半導体レーザ素子と、光を遮断する材料からなる光遮蔽膜を少なくとも外形の一部に有する光学部品とを備え、出射端面側の積層構造の端面が、又は積層構造の端面及び基板端面が、 μm オーダの間隙で光学部品の光遮蔽膜に対面していることを特徴としている。

【0023】第3及び第4の発明の光学部品は、通常、半導体レーザ素子と機能的に関連する部品であって、例えばアーチャ（空間フィルタ）等である。第3及び第4の発明では、アーチャ（空間フィルタ）を配置することにより、半導体レーザ素子の出射端面に光遮蔽膜を配置することと等価になり、遠視野像の高周波成分を削減し、より滑らかな遠視野像を得ることが出来る。

【0024】

【発明の実施の形態】以下に、添付図面を参照し、実施形態例を挙げて本発明の実施の形態を具体的かつ詳細に説明する。

実施形態例1

本実施形態例は、第1の発明に係る半導体レーザ素子をサファイア基板上に形成したGaN系半導体レーザ素子に適用した実施形態の一例であって、図1は本実施形態例のGaN系半導体レーザ素子の構成を示す図であって、図4の線I-Iでの断面に相当する断面図である。本実施形態例のGaN系半導体レーザ素子50は、図1に示すように、出射端面側のサファイア基板12、GaN横方向成長層16、及びn型GaNコンタクト層18の端面が、GaN系半導体レーザ素子50の発振波長、

405nmの光を透過しない不透明膜52で覆われていて、従来のGaN系半導体レーザ素子10と同じ構成を備えている。

【0025】本実施形態例では、サファイア基板12、GaN横方向成長層16、及びn型GaNコンタクト層18は、導波モードの光の実効屈折率より大きな屈折率で、かつ発振波長の光に対して透明な材料であるから、基板放射モードの光を遮蔽するために、出射端面側の端面が不透明膜52で覆われている。一方、n型AlGaNクラッド層20から上の光導波路は、不透明膜52で覆われていない。

【0026】不透明膜52は、従来のGaN系半導体レーザ素子10の出射端面に設けられている低反射率膜37上に積層されている。本実施形態例では、不透明膜52として、スパッタ法により成膜した光吸収膜、例えば膜厚が100nmのSi膜を使用している。不透明膜として、光吸収膜以外に、例えば、SiO₂膜とTiO₂膜との多層誘電体膜からなる高反射率膜、或いはTi、Al等の金属を蒸着させた金属膜からなる光反射膜でも良い。尚、不透明膜52を成膜して、その上に低反射率膜37を積層しても良い。また、出射端面とは反対のリア側には、従来から、高反射率膜39が設けられている。

【0027】本実施形態例では、不透明膜52として、光吸収膜を使用することにより、基板放射モードの光を遮蔽している。これにより、GaN系半導体レーザ素子50は、単峰性の遠視野像を示す導波モードの光を出射することができる。

【0028】実施形態例2

30 本実施形態例は、第2の発明に係る半導体レーザ素子をGaN基板上に形成したGaN系半導体レーザ素子に適用した実施形態の一例であって、図2は本実施形態例のGaN系半導体レーザ素子の構成を示す図であって、図5の線II-IIでの断面に相当する断面図である。本実施形態例のGaN系半導体レーザ素子60は、図2に示すように、出射端面側のGaN基板42の端面が、GaN系半導体レーザ素子60の発振波長、405nmの光を透過しない不透明膜62で覆われていて、従来のGaN系半導体レーザ素子40と同じ構成を備えている。

【0029】本実施形態例では、GaN基板42は、導波モードの光の実効屈折率より大きな屈折率で、かつ発振波長の光に対して透明な材料であるから、基板放射モードの光を遮蔽するために、出射端面側の端面が不透明膜62で覆われている。一方、n型AlGaNクラッド層20から上の光導波路は、不透明膜62で覆われていない。

【0030】不透明膜62は、従来のGaN系半導体レーザ素子40の出射端面に設けられている低反射率膜46上に積層されている。本実施形態例では、不透明膜6

2として、光吸收膜、例えば膜厚100nmのSi膜を使用している。不透明膜として、その他、例えば、SiO₂膜とTiO₂膜との多層誘電体膜からなる高反射率膜、或いはTi、Al等の金属を蒸着させた金属膜からなる光反射膜でも良い。尚、不透明膜62を成膜して、その上に低反射率膜46を積層しても良い。また、出射端面とは反対のリア側には、従来から、高反射率膜48が設けられている。

【0031】本実施形態例では、不透明膜62として、光吸收膜を使用することにより、基板放射モードの光を遮蔽している。これにより、GaN系半導体レーザ素子60は、単峰性の遠視野像を示す導波モードの光を出射することができる。

【0032】実施形態例3

本実施形態例は、第3の発明に係る光集積デバイスの実施形態の一例であって、図3は本実施形態例の光集積デバイスの構成を示す断面図である。尚、図3のGaN系半導体レーザ素子は、図5の線II-IIでの断面に相当する断面で示されている。本実施形態例の光集積デバイス72は、GaN系半導体レーザ素子70と、光学部品80とを備えたデバイスであって、図3に示すように、図5に示す従来の半導体レーザ素子40と同じ構成を備えているGaN系半導体レーザ素子70をジャンクションダウンで半導体基板74上に接合させている。半導体基板74は、GaN系半導体レーザ70の接合側と反対側でヒートシンク76に接合され、かつフォトダイオード78をGaN系半導体レーザ素子70に並列に備えている。

【0033】本実施形態例では、GaN系半導体レーザ素子70の出射端面側のGaN基板42の端面は、ヒートシンク76の端面に接着剤層79で接合され、ヒートシンク76に直交して直立する光学部品80に設けられた光遮蔽膜82に数μm以下の間隙で対面している。光学部品80は、本実施形態例では、いわゆるアバーチャ（空間フィルタ）と言われる光学部品であって、無反射膜84が両面に塗布成膜された透明基板86の一方の面の、GaN系半導体レーザ素子70のGaN基板42に対面する領域に、例えば膜厚100nmのSi膜からなる光遮蔽膜82を備えている。一方、GaN系半導体レーザ素子70のGaN基板42上に形成された光導波路の端面は、光学部品80の無反射膜84に面している。

【0034】本実施形態例では、GaN系半導体レーザ素子70から出射した導波モードの光は、光学部品80を透過する一方、基板放射モードの光は光学部品80に設けられた光遮蔽膜82によって遮られるので、GaN系半導体レーザ素子70は、単峰性の遠視野像を示す導波モードの光を出射することができる。

【0035】

【発明の効果】第1及び第2の発明によれば、半導体レーザ素子から出射される光のうち、基板放射モードの光

を遮蔽し、導波モードの光のみを光導波路端面から出射することにより、単峰性の良好な遠視野像を示す半導体レーザ素子を実現している。第3及び第4の発明では、アバーチャ（空間フィルタ）を配置することにより、半導体レーザ素子の出射端面に遮蔽物を配置することと等価になり、遠視野像の高周波成分を削減し、より滑らかな遠視野像を得ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態例1のGaN系半導体レーザ素子の構成を示す、図4の線I-Iでの断面に相当する断面図である。

【図2】実施形態例2のGaN系半導体レーザ素子の構成を示す、図5の線II-IIでの断面に相当する断面図である。

【図3】実施形態例3のGaN系半導体レーザ素子を備えた光集積デバイスの構成を示す断面図である。

【図4】従来のGaN系半導体レーザ素子の構成を示す断面図である。

【図5】従来の別のGaN系半導体レーザ素子の構成を示す断面図である。

【図6】図6(a)はレーザ光の遠視野像（活性層に垂直方向）の縦方向成分及び横方向成分の光強度分布を示し、図6(b)は導波モードの光の遠視野像、及び図6(c)は、基板放射モードの光遠視野像を示す。

【図7】半導体レーザ素子内の膜構成と導波モードの光の素子垂直方向の強度分布を示す模式図である。

【図8】半導体レーザ素子の膜構成と関連させて、導波モードの光及び基板放射モードの光の伝播を示す図である。

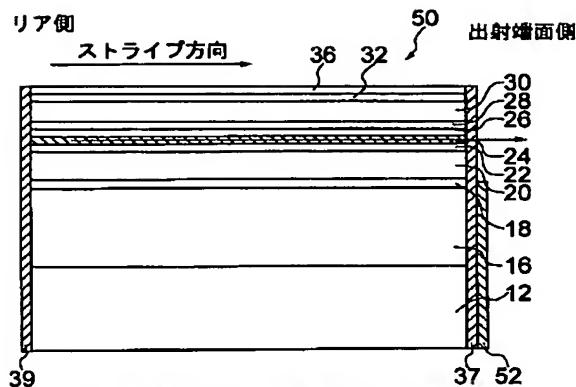
【図9】本発明の要旨を説明する模式図である。

【符号の説明】

10 ……従来のGaN系半導体レーザ素子、12 ……サファイア基板、16 ……GaN横方向成長層、18 ……n型GaNコンタクト層、20 ……n型AlGaNクラッド層、22 ……n型GaNからなる第1の光ガイド層、24 ……InGaN活性層、26 ……p型AlGaNの劣化防止層、28 ……p型InGaNからなる第2の光ガイド層、30 ……p型AlGaNクラッド層、32 ……p型GaNコンタクト層、34 ……SiO₂膜、36 ……p側電極、37 ……低反射率膜、38 ……n側電極、39 ……高反射率膜、40 ……従来の別のGaN系半導体レーザ素子、42 ……n型GaN基板、44 ……n側電極、46 ……低反射率膜、48 ……高反射率膜、50 ……実施形態例1のGaN系半導体レーザ素子、52 ……不透明膜、60 ……実施形態例2のGaN系半導体レーザ素子、62 ……不透明膜、70 ……実施形態例3のGaN系半導体レーザ素子、72 ……光集積デバイス、74 ……半導体基板、76 ……ヒートシンク、78 ……フォトダイオード、79 ……接着剤層、80 ……光学部品、82 ……光遮蔽膜、84 ……無反射

膜、86……透明基板。

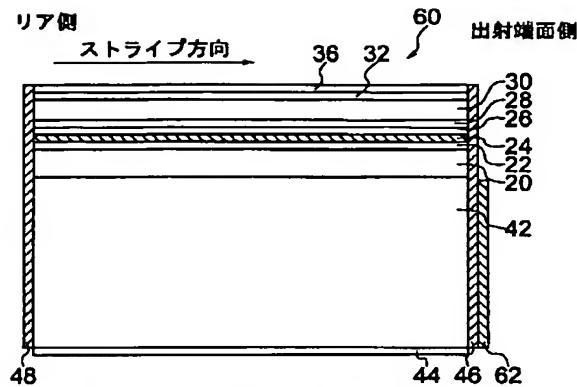
【図1】



50 実施形態例1のGaN系半導体レーザ素子

- 12 サファイア基板
- 16 GaN横方向成長層
- 18 n型GaNコンタクト層
- 20 n型AlGaNクラッド層
- 22 n型GaNからなる第1の光ガイド層
- 24 InGaN活性層
- 26 p型AlGaNの劣化防止層
- 28 p型InGaNからなる第2の光ガイド層
- 30 p型AlGaNクラッド層
- 32 p型GaNコンタクト層
- 36 p側電極
- 37 低反射率膜
- 39 高反射率膜
- 52 不透明膜

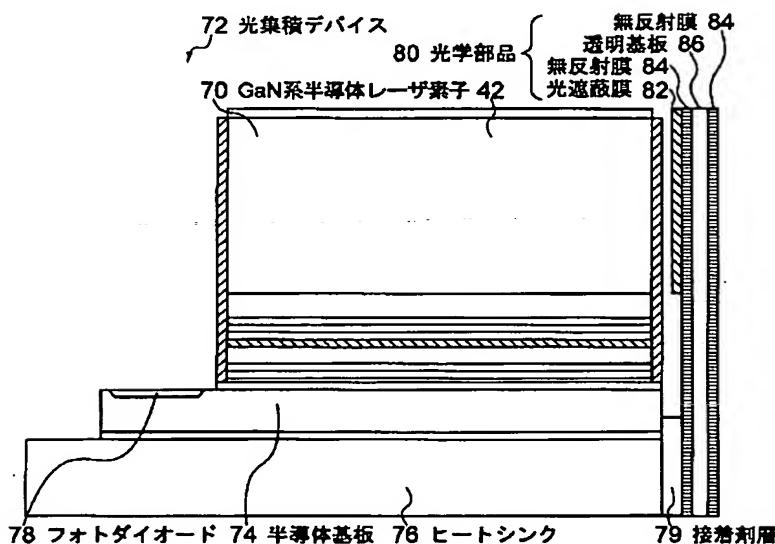
【図2】



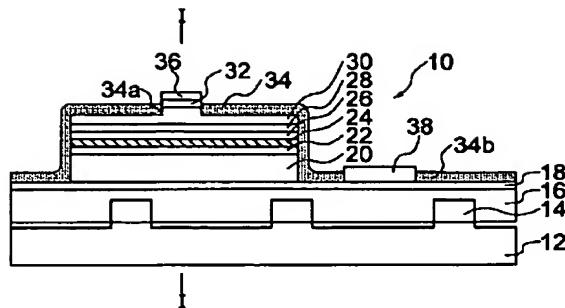
60 実施形態例2のGaN系半導体レーザ素子

- 20 n型AlGaNクラッド層
- 22 n型GaNからなる第1の光ガイド層
- 24 InGaN活性層
- 26 p型AlGaNの劣化防止層
- 28 p型InGaNからなる第2の光ガイド層
- 30 p型AlGaNクラッド層
- 32 p型GaNコンタクト層
- 36 p側電極
- 42 n型GaN基板
- 44 n側電極
- 46 低反射率膜
- 48 高反射率膜
- 62 不透明膜

【図3】

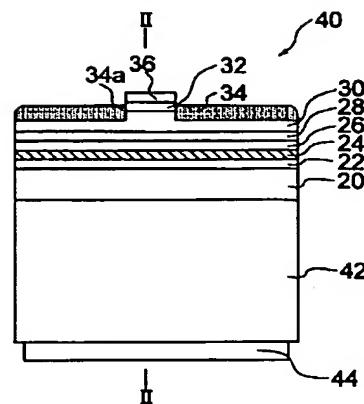


【図4】



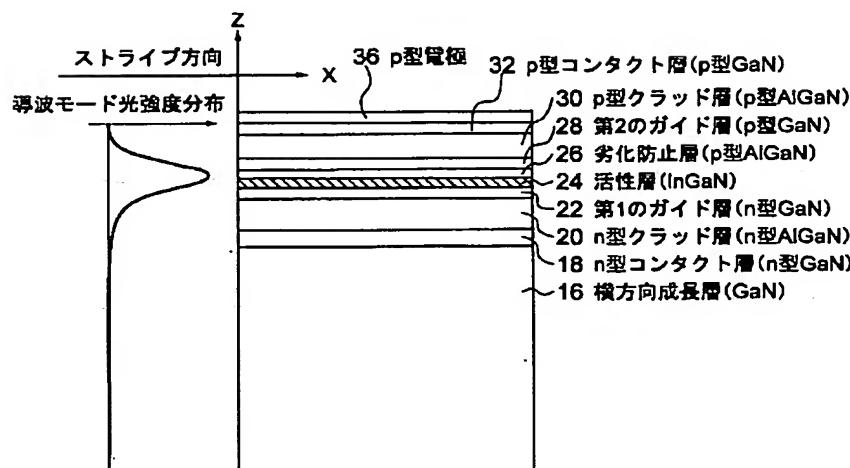
10 従来のGaN系半導体レーザ素子
 12 サファイア基板
 14 GaN種結晶部
 16 GaN横方向成長層
 18 n型GaNコンタクト層
 20 n型AlGaNクラッド層
 22 n型GaNからなる第1の光ガイド層
 24 InGaN活性層
 26 p型AlGaNの劣化防止層
 28 p型InGaNからなる第2の光ガイド層
 30 p型AlGaNクラッド層
 32 p型GaNコンタクト層
 34a, 34b 開口部
 34 SiO₂膜からなる保護膜
 36 p側電極
 38 n側電極

【図5】

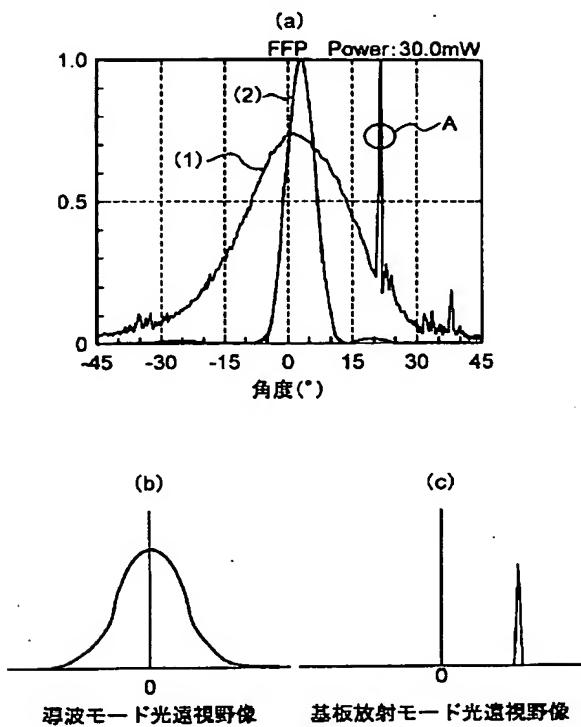


40 従来の別のGaN系半導体レーザ素子
 20 n型AlGaNクラッド層
 22 n型GaNからなる第1の光ガイド層
 24 InGaN活性層
 26 p型AlGaNの劣化防止層
 28 p型InGaNからなる第2の光ガイド層
 30 p型AlGaNクラッド層
 32 p型GaNコンタクト層
 34a 開口部
 34 SiO₂膜からなる保護膜
 36 p側電極
 42 n型GaN基板
 44 n側電極

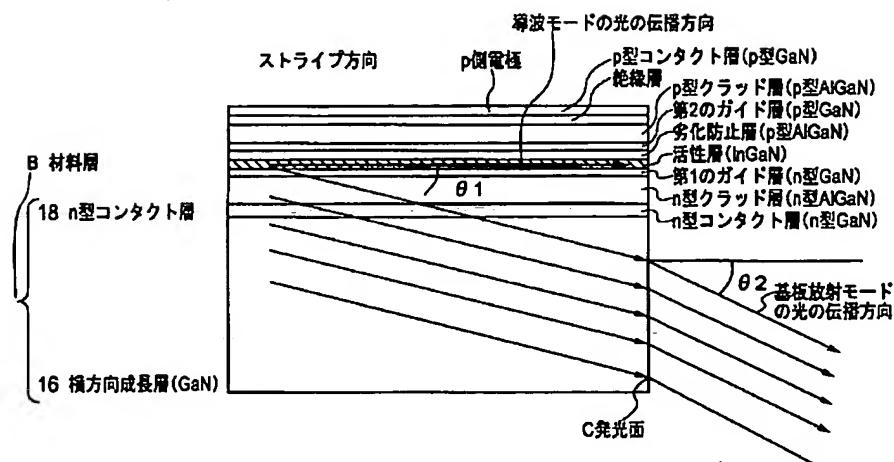
【図7】



【図6】



【図8】



【図9】

